

```
=> e de4232402/pn
E1      1      DE4232400/PN
E2      1      DE4232401/PN
E3      1  --> DE4232402/PN
E4      1      DE4232403/PN
E5      1      DE4232404/PN
E6      1      DE4232407/PN
E7      1      DE4232408/PN
E8      1      DE4232410/PN
E9      1      DE4232411/PN
E10     1      DE4232412/PN
E11     1      DE4232413/PN
E12     1      DE4232414/PN
```

```
=> s e3
L1      1 DE4232402/PN
```

```
=> d 11 ibib
```

```
L1  ANSWER 1 OF 1  WPINDEX  COPYRIGHT 2003 THOMSON DERWENT on STN
ACCESSION NUMBER:  1994-110287 [14]  WPINDEX
DOC. NO. NON-CPI:  N1994-086341
TITLE:             Braking circuit for electric drive motor in power tool -
                   uses two contacts on either side of field winding to
                   provide closed braking circuit with armature winding.
DERWENT CLASS:     V03 V06 X25
INVENTOR(S):       BUFE, M; GEIGER, A; KNAPPE, A
PATENT ASSIGNEE(S): (MARQ-N) MARQUARDT GMBH
COUNTRY COUNT:     9
PATENT INFORMATION:
```

| PATENT NO | KIND | DATE | WEEK | LA | PG |
|-------------------------|------|----------|-----------|----|--------|
| DE 4232402 | A1 | 19940331 | (199414)* | | 20 <-- |
| EP 590377 | A2 | 19940406 | (199414) | GE | 23 |
| R: CH DE ES GB IT LI NL | | | | | |
| JP 06198578 | A | 19940719 | (199433) | | 15 |
| EP 590377 | A3 | 19940817 | (199530) | | |
| US 5449992 | A | 19950912 | (199542) | | 19 |
| US 5644112 | A | 19970701 | (199732) | | 19 |
| EP 590377 | B1 | 19971119 | (199751) | GE | 28 |
| R: CH DE ES GB IT LI NL | | | | | |
| DE 59307702 | G | 19980102 | (199806) | | |
| ES 2111113 | T3 | 19980301 | (199815) | | |
| DE 4232402 | C2 | 20020814 | (200255) | | <-- |

APPLICATION DETAILS:

| PATENT NO | KIND | APPLICATION | DATE |
|-------------|----------|-----------------|----------|
| DE 4232402 | A1 | DE 1992-4232402 | 19920926 |
| EP 590377 | A2 | EP 1993-114485 | 19930909 |
| JP 06198578 | A | JP 1993-233428 | 19930920 |
| EP 590377 | A3 | EP 1993-114485 | 19930909 |
| US 5449992 | A | US 1993-125864 | 19930924 |
| US 5644112 | A Div ex | US 1993-125864 | 19930924 |
| | | US 1995-455106 | 19950531 |
| EP 590377 | B1 | EP 1993-114485 | 19930909 |
| DE 59307702 | G | DE 1993-507702 | 19930909 |
| | | EP 1993-114485 | 19930909 |
| ES 2111113 | T3 | EP 1993-114485 | 19930909 |

DE 4232402 C2

DE 1992-4232402 19920926

FILING DETAILS:

| PATENT NO | KIND | PATENT NO |
|-------------|-------------|------------|
| US 5644112 | A Div ex | US 5449992 |
| DE 59307702 | G Based on | EP 590377 |
| ES 2111113 | T3 Based on | EP 590377 |

PRIORITY APPLN. INFO: DE 1992-4232402 19920926

DE 42 32 402 A1

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Bremsschaltung für einen Elektromotor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und einen zum Einsatz in der Bremsschaltung geeigneten elektrischen Schalter nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 16.

Elektromotoren besitzen aufgrund ihrer kinetischen Energie nach dem Abschalten der Netzspannung eine längere Auslaufzeit. Insbesondere beim Einsatz in Elektroh Handwerkzeugen, wie Winkelschleifer, Kettensägen, Elektrohobel, u. dgl. ist es wegen der möglichen Verletzungsgefahr für den Bediener erwünscht, beim Abschalten des Elektromotors für ein schnelles Abbremsen des selben und damit des Elektrohwerkzeugs zu sorgen. Üblicherweise erfolgt das Abbremsen des Elektromotors mittels einer Bremsschaltung, in der beim Abschalten, d. h. beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb, der Anker und die Feldwicklung in einen Bremsstromkreis geschaltet werden. In der Bremsschaltung wird dann die kinetische Energie in Wärme umgewandelt und an die Umgebungsluft abgegeben.

Aus DE-PS 35 46 719 ist eine derartige Bremsschaltung für einen elektrischen Universalmotor bekannt, bei der ein Bremsstromkreis gebildet wird, indem der Anker des Elektromotors im ausgeschalteten Zustand über das Feld kurzgeschlossen ist. Dazu ist ein aus zwei Umschaltern S1, S2 bestehender Bremsschalter vorgesehen, deren Anschlüsse für die Schaltkontakte mit den beiden Anschlüssen der Feldwicklung verbunden sind. Die Anschlüsse für die Ruhekontakte der beiden Umschalter S1, S2 sind so mit einem Netzpol und den beiden Seiten der Ankerwicklung verschaltet, daß in ausgeschaltetem Zustand des Elektromotors die Polarität der Ankerwicklung in Bezug auf die Feldwicklung entgegengesetzt zu derjenigen im eingeschalteten Zustand des Elektromotors ist.

Zur Vermeidung einer Zerstörung der Kontakte des Bremsschalters aufgrund von hohen Strömen im Bremsstromkreis beim Abschalten des Elektromotors oder aufgrund von Netzkurzschlüssen wird vorgeschlagen, daß die Schaltvorgänge im Bremsschalter zeitversetzt stattfinden. Beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb wird zunächst der netznahe Umschalter S1 und dann der netzferne Umschalter S2 betätigt. Beim Umschalten vom Brems- in den Motorbetrieb wird zuerst der netzferne Umschalter S2 und dann der netznahe Umschalter S1 betätigt.

Weiter sind elektronische Schaltungen bekannt, die im Bremsstromkreis der Bremsschaltung angeordnet sind und die der Regelung der Bremsung des Elektromotors dienen. Solche Bremselektroniken werden beispielsweise in der DE-OS 35 39 841, DE-OS 36 36 555 und der DE-OS 40 22 637 beschrieben. Zum Bremsschalter, der wiederum aus zwei Umschaltern besteht, und insbesondere zur Reihenfolge der Schaltvorgänge der beiden Umschalter werden in diesen Offenlegungsschriften jedoch keine näheren Aussagen gemacht.

Es hat sich gezeigt, daß bei einer Bremsschaltung mit einem Bremsschalter der angegebenen Art, beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb Fehlbremungen auftreten können, insbesondere bei der Verwendung einer Bremselektronik. In einem derartigen Fall läuft dann der Elektromotor ungebremst aus. Es ist unmittelbar ersichtlich, daß schon aus Sicherheitsgründen eine solche Schaltung mit einem Bremsschalter, bei der keine vollständige Gewähr für ein fehlerfreies Bremsverhalten gegeben ist, als Bremsschaltung ungeeignet

2

ist.

Weiter hat es sich herausgestellt, daß der in der DE-PS 35 46 719 beschriebene Bremsschalter bereits nach kurzer Betriebsdauer zu Ausfällen aufgrund von Kontaktabbrand neigt. Besonders beim Einsatz an Elektromotoren mit höherer Leistung, beispielsweise über 1200 W, treten Verschweißungen der Kontakte innerhalb kürzester Zeit auf und der Bremsschalter wird unbrauchbar. Auch wenn häufig vom Bremsbetrieb unmittelbar in den Motorbetrieb zurückgeschaltet wird, ohne daß ein Stillstand des Motors abgewartet wird, tritt dieses Problem in erheblichem Umfang auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine betriebssichere Bremsschaltung sowie einen zum Einsatz in dieser Bremsschaltung geeigneten Bremsschalter zu schaffen, wobei eine vorzeitige Zerstörung des Bremsschalters auch bei Elektromotoren mit höherer Leistung nicht befürchtet werden muß. Die Bremsschaltung sowie der Bremsschalter sollen insbesondere auch zur Verwendung mit einer Bremselektronik geeignet sein.

Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Bremsschaltung durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 sowie bei einem zum Einsatz in der Bremsschaltung bestimmten elektrischen Schalter durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 16 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß eine Bremsschaltung angegeben wird, die sehr ausfallsicher ist. Eine Gefährdung des Benutzers aufgrund von Fehlbremungen kann ausgeschlossen werden. Die erfindungsgemäße Bremsschaltung ist universell verwendbar und läßt sich auch bei Elektromotoren höherer Leistung einsetzen. Vorzeitige Ausfälle aufgrund von Verschweißungen oder Kontaktabbrand treten beim Bremsschalter nicht auf. Gleichzeitig wird eine Überbelastung des Elektromotors im Bremsbetrieb vermieden und eine weitgehende Schonung desselben erreicht, was letztendlich zur Erhöhung der Lebensdauer des Elektromotors führt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 das Prinzipschaltbild einer Bremsschaltung mit Bremselektronik für einen Elektromotor mit Schalterstellung für den Motorbetrieb,

Fig. 2 das Schaltbild einer Bremsschaltung gemäß Fig. 1 mit Schalterstellung für den Bremsbetrieb,

Fig. 3 den Stromfluß im Bremsstromkreis während des Bremsbetriebs bei gesperrter Bremselektronik,

Fig. 4 den Stromfluß im Bremsstromkreis während des Bremsbetriebs bei leitender Bremselektronik,

Fig. 5 einen Schnitt durch einen elektrischen Schalter zum Einsatz in der Bremsschaltung,

Fig. 6 einen Schnitt gemäß der Linie 6-6 aus Fig. 5,

Fig. 7 bis 9 einen Detailausschnitt des elektrischen Schalters gemäß Fig. 5, wobei die Verzögerungseinrichtung in verschiedenen Stellungen während des Umschaltens vom Motor- in den Bremsbetrieb zu sehen ist,

Fig. 10 einen Detailausschnitt der Verzögerungseinrichtung gemäß Fig. 8 in vergrößerter Darstellung während des Umschaltens vom Motor- in den Bremsbetrieb,

Fig. 11 einen Detailausschnitt der Verzögerungseinrichtung in vergrößerter Darstellung wie in Fig. 10 während des Umschaltens vom Brems- in den Motorbetrieb und

Fig. 12 einen Schnitt entlang der Linie 12-12 aus

DE 42 32 402 A1

3

4

Fig. 6.

In Fig. 1 ist die Schaltung eines elektrischen Universalmotors, wie er für Elektrohandwerkzeuge, beispielsweise Bohrmaschinen, Winkelschleifer, Elektrohobel, elektrische Heckenscheren, u. dgl. eingesetzt wird, in der Stellung des Motorbetriebs gezeigt.

Der Elektromotor besitzt eine Feldwicklung 1, an deren Anschlüsse zwei Umschalter S1 und S2 angeschaltet sind. Der Umschalter S1 schaltet zwischen zwei Kontakten a1, b1 um, wobei der Kontakt a1 die erste Verbindung zum Motorkreis darstellt. Bei dieser Verbindung handelt es sich um den einen Anschluß 2 der Versorgungsspannung, die von der Wechselspannung des Netzes gebildet wird. Der andere Kontakt b1 stellt den ersten Anschluß des Bremsstromkreises dar. Der Umschalter S2 schaltet zwischen zwei Kontakten a2, b2 um, wobei a2 wiederum die zweite Verbindung zum Motorkreis und b2 den zweiten Anschluß des Bremsstromkreises darstellt. In vorliegendem Ausführungsbeispiel handelt es sich somit beim Umschalter S1 um den netzernen Umschalter und beim Umschalter S2 um den netzfernen Umschalter. In Verbindung mit dem Kontakt a2 steht im Motorkreis der Widerstand 4, der mittels eines weiteren Schalters S3 überbrückt werden kann. In Reihe ist dann weiter die Ankerwicklung 5 und an dieser der andere Anschluß 3 der Versorgungsspannung geschaltet. Selbstverständlich ist es auch möglich eine weitere Feldwicklung zwischen Ankerwicklung 5 und Anschluß 3 oder zwischen der ersten Feldwicklung 1 und dem Schalter S2 zu schalten.

Bei der folgenden Beschreibung der Funktion der Schaltung im Motorbetrieb wird die vom Anschluß 2 ausgehende positive Halbwelle der Versorgungsspannung betrachtet. Für die negative Halbwelle verläuft die Stromrichtung entgegengesetzt, so daß sich nähere Ausführungen dazu erübrigen.

In der Anlaufphase des Motorbetriebs fließt der Strom vom Anschluß 2 über den Kontakt a1 des Umschalters S1, die Feldwicklung 1 und den Kontakt a2 des Umschalters S2 zum Widerstand 4, da der Schalter S3 noch geöffnet ist. Von dort fließt der Strom weiter zur Ankerwicklung 5 und dann schließlich zum Anschluß 3 der Versorgungsspannung. Der Widerstand 4 dient damit in der Anlaufphase als Vorwiderstand zur Begrenzung des Anlaufstroms. Nach Beendigung der Anlaufphase wird der Schalter S3 geschlossen und der Widerstand 4 somit überbrückt, so daß der Strom vom Umschalter S2 und dem Kontakt a2 direkt in die Ankerwicklung 5 ohne Begrenzung durch den Widerstand 4 fließt.

Parallel zur Ankerwicklung 5 ist ein Kondensator 6 über eine Diode 7 angeschaltet. Dieser Kondensator 6 dient als Startkondensator zur Einleitung des Bremsbetriebes, wie nachfolgend noch näher erläutert wird. Die Diode 7 ist mit ihrer Kathode an den Kondensator 6 angeschaltet, so daß dieser sich mit der in der Fig. 1 eingezeichneten Polarität im Motorbetrieb auflädt. Eine Entladung des Kondensators 6 während der negativen Halbwelle der Versorgungsspannung wird wiederum durch die Diode 7 verhindert.

Werden die beiden Umschalter S1 und S2 an ihre Kontakte b1 und b2 geschaltet, so befinden sich die Feldwicklung 1 und die Ankerwicklung 5 im Bremsstromkreis. In dieser Stellung des Bremsbetriebes der Umschalter S1 und S2 wirkt der Elektromotor als Generator. Dabei durchfließt der Strom im Bremsbetrieb die Feldwicklung 1 und die Ankerwicklung 5 in entgegengesetzter Richtung, während im Motorbetrieb die Feld-

wicklung 1 und die Ankerwicklung 5 in gleichsinniger Richtung durchflossen werden. Weiter ist im Bremsbetrieb auch der Schalter S3 geöffnet, so daß sich der Widerstand 4 ebenfalls im Bremsstromkreis befindet. Gegebenenfalls kann noch eine Brems elektronik 8 im Bremsstromkreis angeordnet sein, wie weiter in Fig. 2 zu sehen ist.

Unmittelbar nach Umschalten in den Bremsbetrieb entlädt sich der Kondensator 6, wobei ein Strom über die Verbindung am Kontakt b1 des Umschalters S1 durch die Feldwicklung 1, den Umschalter S2 zum Kontakt b2 fließt. Von dort fließt der Strom über die Brems elektronik 8 zurück zum Kondensator. Dadurch wird erreicht, daß die Feldwicklung 1 unabhängig von der jeweiligen Phase der Versorgungsspannung zu Beginn der Bremsung mit einer bestimmten Polarität erregt wird und zwar auch dann, wenn der Restmagnetismus in der Feldwicklung 1 für eine Erregung nicht mehr ausreicht oder eine falsche Polarität aufweist. Der aufgrund der Generatorwirkung des Elektromotors erzeugte Bremsgleichstrom weist dann ebenfalls die richtige Polarität auf und führt dann zur weiteren Selbsterregung der Feldwicklung 1 in der besagten Polarität in Bezug auf die Ankerwicklung 5. Eine Entladung des Kondensators 6 vom Kontakt b2 über den Widerstand 4 und der Ankerwicklung 5, was aufgrund der dann falschen Richtung in der Ankerwicklung 5 zu einer Fehlbremung führen kann, wird durch eine zwischen dem negativen Pol des Kondensators 6 und dem dem Widerstand 4 abgewandten Anschluß der Ankerwicklung 5 geschaltete Diode 9 verhindert. Die Diode 9 ist zu diesem Zweck mit ihrer Anode am Kondensator 6 angeschaltet.

Nach Einsetzen der Selbsterregung fließt aufgrund der in der Ankerwicklung 5 induzierten Spannung des als Generator wirkenden Elektromotors ein Strom von der Ankerwicklung 5 über die Diode 7 zum Kontakt b1 und von dort über den Umschalter S1 in die Feldwicklung 1.

Von der Feldwicklung 1 fließt der Strom dann über den Umschalter S2 zum Kontakt b2, von dort durch die leitend geschaltete Brems elektronik 8 und dann zurück zur Ankerwicklung 5. Dieser erste Zweig des Bremsstromkreises im Bremsbetrieb ist mit Stromflußrichtung in Fig. 4 näher gezeigt. Wie man dort sieht, haben die Feldwicklung 1 und die Ankerwicklung 5 die richtige Polarität, d. h. der Strom fließt wie im Generatorbetrieb erforderlich in der Feldwicklung 1 entgegengesetzt zur Ankerwicklung 5.

Aufgrund der Generatorwirkung steigt der Strom in der Feldwicklung 1 immer weiter an. Hat er eine bestimmte obere Grenze erreicht, so wird die Brems elektronik 8 in den nichtleitenden Zustand versetzt und somit gesperrt. Damit muß der Strom am Kontakt b2 in den anderen zweiten Zweig des Bremsstromkreises fließen, der in Fig. 3 näher dargestellt ist. Wie dort zu sehen ist, fließt der Strom dann über die Diode 10 durch den Widerstand 4. Von dort fließt er über die Diode 7 weiter zum Kontakt b1 und über den Umschalter S1 zurück in die Feldwicklung 1.

Die Dioden 7, 9 und 10 sorgen somit auch dafür, daß der Strom im jeweiligen Zweig des Bremsstromkreises die für den Generatorbetrieb notwendige Polarität besitzt. Der zweite Zweig des Bremsstromkreises, den der Strom bei gesperrter Brems elektronik 8 durchläuft, wird auch Freilaufzweig genannt. Bei den Dioden 7 und 10, die im Freilaufzweig angeordnet sind, handelt es sich somit um sogenannte Freilaufdioden.

Da der Strom im Freilaufzweig über den Widerstand

DE 42 32 402 A1

5

6

4 fließt, wird dort Leistung in Wärme umgesetzt und der Strom nimmt ab. Der Widerstand 4 wirkt damit im Bremsbetrieb bei gesperrter Elektronik 8 als Bremswiderstand. Unterschreitet der Strom eine gewisse Grenze oder ist alternativ ein festgelegtes Zeitfenster abgelaufen, so wird die Brems elektronik 8 erneut in den leitenden Zustand versetzt, so daß der Strom wiederum in den ersten Zweig des Bremsstromkreises fließt. Aufgrund der Selbsterregung steigt dann der Strom im Bremsstromkreis wieder so lange an, bis die Brems elektronik 8 erneut sperrt.

Die Brems elektronik 8 wird somit zwischen dem leitenden und nichtleitenden Zustand geschaltet, d. h. sie arbeitet getaktet und zwar so lange, bis die kinetische Energie des Elektromotors aufgrund der Ohm'schen Verluste im Bremsstromkreis aufgebraucht ist. Dadurch wird einerseits ein sehr schnelles Abbremsen des Elektromotors erreicht, andererseits ein zu abruptes Abbremsen des Elektromotors, wie es ohne Brems elektronik auftreten würde, jedoch vermieden.

Schaltungsanordnungen für solche getakteten Brems elektroniken sind bekannt, beispielsweise aus der DE-OS 36 36 555 oder der DE-OS 40 22 637 und brauchen an dieser Stelle daher nicht näher erläutert zu werden. Anstelle einer getaktet arbeitenden Brems elektronik kann auch eine kontinuierlich arbeitende Brems elektronik eingesetzt werden, die dafür sorgt, daß der im Bremsstromkreis fließende Strom nahezu konstant gehalten wird. Auch eine solche Brems elektronik ist beispielsweise aus der DE-OS 35 39 841 bekannt.

Im Motorbetrieb fließen im Motorkreis hohe Ströme, insbesondere wenn Elektromotoren höherer Leistung, beispielsweise ab 1200 W, verwendet werden, so daß beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb an den Schaltkontakten der beiden Umschalter S1, S2 Lichtbögen auftreten können (man vergleiche dazu auch Fig. 1 oder 2). Diese Lichtbögen können einen Kurzschluß zum Netz bewirken. Besonders schädlich ist, wenn solch ein Lichtbogen lediglich an einem Schaltkontakt der Umschalter S1, S2 auftritt, da dann die gesamte Energie nur über diesen Kontakt fließt, wobei dann Kontaktabbrände dort aufgrund der Überlastung auftreten können. Letztendlich führt dies zu einer Zerstörung der Kontakte an den Umschaltern S1 oder S2 und damit zum frühen Ausfall der Umschalter S1 und S2. Weiter besteht die Gefahr, daß bei einem Netzkurzschluß sich der Kondensator 6 über den Kontakt b1 und den dort anstehenden Lichtbogen ins Netz am Anschluß 2 entlädt. Damit steht dann jedoch keine Energie zur Einleitung der Selbsterregung in der Feldwicklung 1 zur Verfügung und es kann zu Fehlbremungen kommen, bei denen der Elektromotor ungebremst ausläuft.

Zur Vermeidung von solchermaßen schädlichen Auswirkungen werden die Schaltkontakte der beiden Umschalter S1, S2 in einer bestimmten erfindungsgemäßen Weise geschaltet. Zunächst öffnen beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb die beiden Umschalter S1, S2 den Motorkreis im wesentlichen synchron, indem deren Schaltkontakte im wesentlichen gleichzeitig von ihren Kontakten a1, a2 wegbewegt werden. Anschließend bewegt sich der Schaltkontakt des netznahen Umschalters S1 gegenüber dem Schaltkontakt des netzfernen Umschalters S2 verzögert, d. h. die beiden Umschalter S1, S2 werden mit einem Zeitversatz geschaltet. Dadurch wird der Bremsstromkreis am netznahen Umschalter S1 später eingeschaltet.

Aufgrund der im Motorbetrieb fließenden hohen Ströme durch den Motorkreis kann eine partielle Ver-

schweißung der Schaltkontakte mit den Kontakten a1, a2 an den Umschaltern S1, S2 auftreten. In einem solchen Fall könnte es dann vorkommen, daß der Schaltkontakt am Umschalter S1 bzw. S2 überhaupt nicht öffnen würde und aufgrund der Verschweißung mit dem Kontakt a1 bzw. a2 weiterhin in elektrischer Verbindung bleiben würde. Dann wäre der Bremsbetrieb nicht mehr einzuleiten. Durch das synchrone Öffnen der beiden Schaltkontakte beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb wird nun erreicht, daß volle Abreißkraft für die Schaltkontakte zur Verfügung steht und eine Trennung der Schaltkontakte auf jeden Fall erfolgt, was bei einer sofortigen Verzögerung des Schaltkontaktes am Umschalter S1 nicht immer der Fall wäre.

Vorzugsweise findet das synchrone Öffnen der Schaltkontakte der Umschalter S1 und S2 auf einer Strecke von mindestens 5/10 mm unverzögert statt, bevor die Verzögerung des Schaltkontaktes am Umschalter S1 erfolgt. Damit wird mit Sicherheit erreicht, daß tatsächlich eine Trennung der Schaltkontakte von den Kontakten a1, a2 und ein Öffnen der Umschalter S1, S2 erfolgt.

Falls Lichtbögen auftreten, wird weiter durch das synchrone Öffnen der beiden Schaltkontakte an den Umschaltern S1, S2 erreicht, daß jeweils zwei Lichtbögen gleichzeitig erzeugt werden, nämlich je einer am Umschalter S1 und S2. Dadurch wird der über die Lichtbögen geleitete Strom auf zwei Schaltstrecken verteilt und eine Überlastung eines einzelnen Kontaktes mit der schädlichen Folge eines Kontaktabbrandes mit Sicherheit vermieden. Würde man die beiden Schaltkontakte an den Umschaltern S1, S2 nicht synchron öffnen, so würde lediglich am zuerst geschalteten Kontakt ein Lichtbogen entstehen, wobei die volle Leistung dann über diese Schaltstrecke fließen würde. Die beiden Kontakte müßten dann jeweils für die doppelte Schaltleistung dimensioniert werden, was sowohl zu Platz- als auch Kostenproblemen führen würde.

Bei einer Wechselspannung als Versorgungsspannung erlöscht der an den Schaltkontakten anstehende Lichtbogen nach einer gewissen Zeit von selbst, nämlich dann wenn die Phase der Netzspannung einen Nulldurchgang durchläuft. Weiter ist es ebenfalls möglich, am Umschalter S1 bzw. S2 zusätzliche Mittel, wie an sich bekannte Funkenlöschkammern u. dgl., anzuordnen, mit deren Hilfe der Lichtbogen gelöscht wird. Durch die nach dem synchronen Öffnen folgende Verzögerung des Schaltkontaktes des Umschalters S1 wird daher erreicht, daß der Lichtbogen zwischen dem Schaltkontakt und dem Kontakt a1 des Umschalters S1 gelöscht ist, bevor der Schaltkontakt den Kontakt b1 erreicht. Damit wird eine elektrische Verbindung der beiden Kontakte a1 und b1 durch den Lichtbogen verhindert, was andernfalls zum Netzkurzschluß mit der Möglichkeit der Entladung des Kondensators 6 in das Netz führen könnte. Eine dadurch bedingte Fehlbremung wird folglich vermieden.

Insbesondere tritt bei einer üblichen 50 Hz-Wechselspannung als Versorgungsspannung spätestens nach 10 msec ein Nulldurchgang mit einer daraus resultierenden Löschung des Lichtbogens auf. In weiterer Ausbildung der Erfindung kann daher eine Verzögerungszeit des Schaltkontaktes des Umschalters S1 von mindestens 10 msec bis zur Anlage am Kontakt b1 gewählt werden.

Der während des Bremsbetriebes im Bremsstromkreis auftretende Bremsstrom kann ebenfalls sehr hoch werden. Je nach Motorleistung können dabei Gleichströme v_n 24 A und mehr auftreten, die erst im Verlau-

DE 42 32 402 A1

7

fe des Bremsbetriebes bis auf Null reduziert werden. Schaltet der Benutzer vom Motor- in den Bremsbetrieb und dann wieder in den Motorbetrieb zurück, so ist der hohe Bremsstrom häufig noch nicht gedämpft und es kann ein Lichtbogen zwischen den Kontakten a1, b1 oder a2, b2 an den Umschaltern S1 der S2 entstehen. Solch ein Lichtbogen kann wiederum zu starkem Kontaktabbau und damit zur baldigen Zerstörung der Umschalter führen. Besonders nachteilig ist dies, wenn direkt nach dem Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb wieder zurückgeschaltet wird, da dann in der Regel noch keine wesentliche Reduzierung des Bremsstromes durch den Bremswiderstand erfolgt ist.

Zur Vermeidung dieser schädlichen Auswirkungen öffnen beim Umschalten vom Brems- in den Motorbetrieb die Schaltkontakte beider Umschalter S1, S2 im wesentlichen synchron, so daß sie im wesentlichen gleichzeitig von den Kontakten b1, b2 wegbewegt werden. Die beiden Schaltkontakte bewegen sich anschließend unverzüglich und schalten danach im wesentlichen gleichzeitig den Motorkreis ein, d. h. sie kommen im wesentlichen gleichzeitig zur Anlage an die Kontakte a1 und a2.

Durch das synchrone Öffnen wird wiederum, wie bereits erläutert, falls Lichtbögen entstehen je ein Lichtbogen sowohl am Umschalter S1 als auch S2 erzeugt. Damit wird der Bremsstrom auf zwei Schaltstrecken verteilt, so daß keiner der beiden Umschalter S1, S2 übermäßig belastet wird. Eine Zerstörung durch Kontaktabbau wird folglich vermieden. Es kommt nun jedoch noch hinzu, daß es sich beim Bremsstrom um einen Gleichstrom handelt, so daß keine Selbstlöschung des Lichtbogens aufgrund eines Phasen-Nulldurchgangs erfolgen könnte. Die Löschung der Lichtbögen erfolgt in diesem Fall dann, wenn der Schaltkontakt eine bestimmte Strecke von dem Kontakt b1 bzw. b2 entfernt ist. Daher werden beide Schaltkontakte nach dem Öffnen unverzüglich bewegt, um eine möglichst große Distanz in kurzer Zeit zu überwinden und die Lichtbögen innerhalb kürzester Zeit zu löschen. Folglich wird auch in dem Extremfall, daß der Benutzer sofort nach dem Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb wieder zurück in den Motorbetrieb schaltet, eine Zerstörung der Umschalter S1, S2 wirksam verhindert.

Die einzelnen Schaltkontakte der Umschalter S1 und S2 besitzen erfindungsgemäß ganz bestimmte Schaltreihenfolgen. Es ist deshalb vorteilhaft, lediglich ein gemeinsames Betätigungsorgan für beide Umschalter S1 und S2 vorzusehen, das vom Benutzer zum Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb und umgekehrt betätigt wird. Das Betätigungsorgan wirkt dann auf eine Mechanik ein, die die beiden Umschalter S1 und S2 koppelt und deren Schaltkontakte entsprechend der beschriebenen Schaltreihenfolgen bewegt.

Der Widerstand 4 dient im Bremsbetrieb als Bremswiderstand. Beim Umschalten vom Brems- in den Motorbetrieb bleibt der im Bremsbetrieb bereits geöffnete Schalter S3 eine gewisse Zeit weiter offen. Dadurch wird der Widerstand 4 in der Anlaufphase, wie bereits beschrieben, als Vorwiderstand benutzt. Nach Beendigung dieser Anlaufphase wird der Schalter S3 geschlossen, so daß der Schalter S3 also mit einer durch die Dauer der Anlaufphase bestimmten Zeitverzögerung in Bezug auf die beiden Umschalter S1 und S2 geschlossen wird. Umgekehrt wird beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb der Schalter S3 im wesentlichen gleichzeitig mit den beiden Umschaltern S1 und S2 geöffnet, so daß der Widerstand 4 sofort als Bremswider-

8

stand zur Verfügung steht. Aufgrund dieser Korrelation des Schalters S3 mit den beiden Umschaltern S1 und S2 kann es vorteilhaft sein, den Schalter S3 ebenfalls über eine diese Schaltreihenfolge realisierende Mechanik mit den Umschaltern S1 und S2 zu koppeln und mittels des gemeinsamen Betätigungsorgans zu betätigen.

Aus Kostengründen kann auf eine Bremselektronik verzichtet werden, insbesondere wenn es sich um Elektromotoren kleinerer Leistung handelt. Für geringere Ansprüche reicht es dann aus, einen unregelmäßigen Widerstand, der die Strombegrenzungsfunktion übernimmt, im Bremsstromkreis anzuordnen. Die erfindungsgemäße Bremsschaltung eignet sich auch hierfür.

Ein zum Einsatz in eine erfindungsgemäße Bremsschaltung geeigneter elektrischer Schalter 20 ist in den Fig. 5 und 6 näher zu sehen. Dieser Schalter 20 besitzt ein Gehäuse 21, in dessen Inneren zwei als Umschalter ausgebildeten Kontaktsysteme 31, 32 mit den entsprechenden Steckkontakten 40 für die elektrischen Zuleitungen angeordnet sind. In vorliegendem Ausführungsbeispiel erfolgt die Verbindung der Steckkontakte 40 mit den Zuleitungen zum Elektromotor in der Weise, daß das Kontaktsystem 31 dem Umschalter S1 der Bremsschaltung und das Kontaktsystem 32 dem Umschalter S2 zugeordnet ist (man vergleiche auch Fig. 1). Die beiden Kontaktsysteme 31, 32 bestehen jeweils aus einem ersten Ruhekontakt 33, 35 und einem zweiten Ruhekontakt 34, 36 sowie einem zugehörigen Schaltkontakt 37, 38. Die Schaltkontakte 37, 38 sind über die zugehörigen Steckkontakte 40 mit jeweils einem Anschluß an die Feldwicklung 1 in der Bremsschaltung gemäß Fig. 1 verbunden. Weiter ist die elektrische Verschaltung im Schalter 20 so ausgeführt, daß der Ruhekontakt 33 dem Kontakt a1 des Umschalters S1 und der Ruhekontakt 34 dem Kontakt b1 entspricht. Beim Umschalter S2 wird der Kontakt a2 durch den Ruhekontakt 35 und der Kontakt b2 durch den Ruhekontakt 36 gebildet. Somit stellen die Schaltkontakte 37, 38 zusammen mit den Ruhekontakten 33, 35 die Verbindung zum Motorkreis und zusammen mit den Ruhekontakten 34, 36 die Verbindung zum Bremsstromkreis dar.

Zum Umschalten der beiden Schaltkontakte 37 bzw. 38 zwischen den beiden Ruhekontakten 33, 34 bzw. 35, 36 befindet sich am Gehäuse 21 ein Betätigungsorgan 22, das mittels eines Zapfens 23 gegen die Kraft einer Rückstellfeder 24 drehbar gelagert ist. Ein am Betätigungsorgan 22 angelenkter Stößel 25 reicht durch eine mittels eines elastischen Balges 26 abgedichtete Öffnung 27 ins Innere des Gehäuses 21. Der Stößel 25 besitzt im Innern des Gehäuses 21 eine Aussparung 28, in die ein erster Hebelarm einer im Innern des Gehäuses 21 drehbar gelagerten Wippe 29 eingreift. Am zweiten Hebelarm der Wippe 29 ist als Federelement für jeden Schaltkontakt 37, 38 eine unter Vorspannung stehende Blattfeder 30 mit einem Ende eingespannt, deren anderes Ende am Schaltkontakt 37, 38 in der Nähe der Kontaktfläche 61 befestigt ist. An der der Kontaktfläche 61 gegenüberliegenden Seite ist der Schaltkontakt 37, 38 in einem im Innern des Gehäuses 21 befindlichen Schneidengelenk 39 gelagert.

Im unbetätigten Zustand des Betätigungsorgans 22 liegt die Kontaktfläche 61 des Schaltkontakts 37, 38 an den Ruhekontakten 34, 36 an, womit die Verbindungen zum Bremsstromkreis hergestellt und die Verbindung des Elektromotors mit der Versorgungsspannung abgeschaltet ist. Wird das Betätigungsorgan 22 vom Benutzer betätigt, so wird die Wippe 29 über den Stößel 25 verschwenkt. Dabei werden die Blattfedern 30 der bei-

DE 42 32 402 A1

9

10

den Schaltkontakte 37, 38 verformt. Aufgrund der symmetrischen Anordnung beider Blattfedern 30 an einer gemeinsamen Wippe 29 erfolgt bei einer bestimmten Verformung ein im wesentlichen synchrones Abheben der Kontaktflächen 61 beider Schaltkontakte 37, 38 von den Ruhekontakten 34, 36, wobei das Abheben durch die Federkraft schlagartig erfolgt. Umgekehrt erfolgt das Abheben der weiteren Kontaktflächen 64 der Schaltkontakte 37, 38 von den Ruhekontakten 33, 35 ebenfalls im wesentlichen synchron und schlagartig, wenn das Betätigungsorgan 22 losgelassen wird und wiederum in seinen unbetätigten Zustand zurückkehrt.

Erfindungsgemäß ist nun das dem Umschalter S1 zugeordnete Kontaktsystem 31 mit einer Verzögerungseinrichtung 41 versehen, mit deren Hilfe die Bewegung des Schaltkontakts 37 nach dem Abheben der Kontaktfläche 64 vom ersten Ruhekontakt 33 beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb verzögert wird, so daß die Kontaktfläche 61 am Schaltkontakt 37 später zur Anlage am zweiten Ruhekontakt 34 kommt als die Anlage der entsprechenden Kontaktfläche 61 des Schaltkontakts 38 des weiteren Kontaktsystems 32 am zweiten Ruhekontakt 36. Diese Verzögerungseinrichtung 41 wird bei der umgekehrten Schaltrichtung, nämlich beim Umschalten vom Brems- in den Motorbetrieb, nicht oder allenfalls unwesentlich wirksam, so daß der Schaltkontakt 37 beim Umschalten vom zweiten Ruhekontakt 34 auf den ersten Ruhekontakt 33 keine wesentliche Verzögerung erfährt. Der Schaltkontakt 38 des anderen Kontaktsystems 32, das dem Umschalter S2 zugeordnet ist, bewegt sich in beiden Umschaltrichtungen, d. h. sowohl vom ersten Ruhekontakt 35 zum zweiten Ruhekontakt 36 als auch umgekehrt unverzögert und zwar aufgrund der Federkraft der Blattfeder 30 mit einer Schnappwirkung.

Die nähere Ausbildung der Verzögerungseinrichtung 41 ist ebenfalls aus Fig. 5 und 6 zu ersehen. Sie besteht aus einem mit dem Schaltkontakt 37 in Verbindung stehenden Mittel, das ein formschlüssiges Eingreifen in ein bewegungshemmendes Element beim Umschalten vom ersten Ruhekontakt 33 auf den zweiten Ruhekontakt 34 gestattet.

Bei diesem Mittel handelt es sich um einen Schalthebel 45, der mit einer Seite am Schaltkontakt 37 angelenkt ist. An seiner anderen Seite besitzt der Schalthebel 45 ein Rastelement 44. Das bewegungshemmende Element besteht vorliegend aus einer drehbar im Gehäuse 21 gelagerten zylindrischen Trommel 42, in der, wie insbesondere in Fig. 6 zu sehen ist, eine weitere innere Trommel 60 angeordnet ist. Die Trommel 42 kann sich gegenüber der inneren Trommel 60 bewegen. Im Innern der Trommel 42 befindet sich zwischen der Trommel 42 und der inneren Trommel 60 eine viskose Flüssigkeit, beispielsweise ein Silikonöl mit passend gewählter Viskosität. Dadurch wird die Drehbewegung der Trommel 42 mittels der viskosen Flüssigkeit gedämpft. Auf der Mantelfläche dieser Trommel 42 ist an der dem Kontaktsystem 31 zugewandten Seite eine Verzahnung 43 (siehe Fig. 5) angeordnet, in die das am Schalthebel 45 befindliche Rastelement 44 eingreifen kann. Dieses Eingreifen des Rastelementes 44 in die Verzahnung 43 wird von einer im Gehäuse 21 angeordneten Kulissee 46, an der der Schalthebel 45 beim Umschalten des Schaltkontakts 37 zwischen den beiden Ruhekontakten 33, 34 entlanggeführt wird, bewirkt. Dazu beaufschlagt ein in Fig. 7 näher zu sehendes Federelement 47 am Schalthebel 45 diesen mit einer auf die Führung der Kulissee 46 gerichteten Kraft.

Die Wirkungsweise der Verzögerungseinrichtung 41 beim Umschalten vom ersten Ruhekontakt 33 auf den zweiten Ruhekontakt 34 ist näher in den Fig. 7 bis 9 zu sehen.

In Fig. 7 ist die Kontaktfläche 64 des Schaltkontakts 37 noch in Anlage am ersten Ruhekontakt 33 und damit der Motorbetrieb des Elektromotors eingeschaltet. Der Schalthebel 45 liegt an der unteren zurückgezogenen Fläche 50 der Kulissee 46 an, so daß das Rastelement 44 nicht in Eingriff mit der Verzahnung 43 steht. Wird nun das Betätigungsorgan 22 (siehe Fig. 5) vom Benutzer losgelassen, um den Elektromotor auszuschalten und damit vom Motor- in den Bremsbetrieb umzuschalten, so hebt der Schaltkontakt 37 vom Ruhekontakt 33 aufgrund der Federkraft der Blattfeder 30 unverzögert ab, wobei der Motorkreis geöffnet wird. Dabei wird gleichzeitig der an den Schaltkontakt 37 angelenkte Schalthebel 45 mitbewegt. Bei dieser Bewegung wird der Schalthebel 45 aufgrund der Kraft des Federelementes 47 entlang der Kulissee 46 geführt und kommt von der unteren zurückgezogenen Fläche 50 zur mittleren vorgezogenen Fläche 49. Dort kommt auch das Rastelement 44 in Eingriff mit der Verzahnung 43 an der Trommel 42, wie in Fig. 8 zu sehen ist. Aufgrund der Dämpfung der Trommel 42 wird die weitere Bewegung des Schalthebels 45 gehemmt und damit auch Umschaltbewegung des Schaltkontakts 37 verzögert, solange der Schalthebel 45 an der mittleren vorgezogenen Fläche 49 der Kulissee 46 entlanggleitet. Beim Übergang von der mittleren vorgezogenen Fläche 49 auf die obere zurückgezogene Fläche 48 der Kulissee 46 gelangt das Rastelement 44 wieder außer Eingriff von der Verzahnung 43, wie in Fig. 9 zu sehen ist. In dieser Stellung kommt die Kontaktfläche 61 am Schaltkontakt 37 in Anlage an den zweiten Ruhekontakt 34, womit der Bremsstromkreis und damit der Bremsbetrieb des Elektromotors eingeschaltet ist.

Die Kulissee 46 wird durch entsprechende Dimensionierung der unteren zurückgezogenen Fläche 50 vorzugsweise so ausgebildet, daß die Kontaktfläche 64 des Schaltkontakts 37 unverzögert eine Strecke von ca. 5/10 mm vom ersten Ruhekontakt 33 abhebt. Weiter werden die Trommel 42 und die mittlere vorgezogene Fläche 49 so dimensioniert, daß die Kontaktfläche 61 des Schaltkontakts 37 mit einer Verzögerungszeit von mindestens 10 msec am Ruhekontakt 34 zur Anlage kommt. Die gewünschte Verzögerungszeit kann auch weiter noch durch entsprechende Wahl der Viskosität der in der Trommel 42 enthaltenen Flüssigkeit eingestellt werden.

Beim Umschalten des Schaltkontaktes 37 vom zweiten Ruhekontakt 34 auf den ersten Ruhekontakt 33, d. h. beim Einschalten des Elektromotors bzw. beim Umschalten vom Brems- in den Motorbetrieb, erfolgt kein oder höchstens ein unwesentliches Eingreifen des Rastelementes 44 in die Verzahnung 43 der Trommel 42, so daß keine wesentliche Verzögerung des Schaltkontakts 37 auftritt. Das wird erreicht, indem die Verzahnung 43 an der Trommel 42 derart ausgebildet wird, daß durch das Zusammenwirken von Verzahnung 43 und Rastelement 44 eine in Richtung aus der Verzahnung 43 weisende Kraftkomponente auf das Rastelement 44 bei der Bewegung des Schaltkontakts 37 mit angelenktem Schalthebel 45 hin zum ersten Ruhekontakt 33 einwirkt. Dazu besitzen die Zähne 62 der Verzahnung 43 zwei unterschiedlich gestaltete Flanken, nämlich eine schräge Flanke 51 und eine steile Flanke 52, wie in Fig. 10 oder 11 besonders deutlich zu sehen ist.

DE 42 32 402 A1

11

Bei der Bewegung des Schalthebels 45 entlang der oberen zurückgezogenen Fläche 48 der Kulisse 46 wird das Rastelement 44 aufgrund der Kraft des Federelementes 47 bei Erreichen der mittleren vorgezogenen Fläche 49 der Kulisse 46 zunächst wieder in die Verzahnung 43 bewegt und dabei die Trommel 42 in eine Drehbewegung im Gegenuhrzeigersinn versetzt. Da die Umschaltbewegung vom zweiten Ruhekontakt 34 auf den ersten Ruhekontakt 33 verläuft, wirkt nunmehr die schräge Flanke 51 mit dem Rastelement 44 zusammen, wie in Fig. 11 gezeigt ist, wobei aufgrund des Winkels zwischen dem Rastelement 44 und der schrägen Flanke 51 eine aus der Verzahnung 43 herausweisende Kraftkomponente entsteht. Aufgrund dieser Kraftkomponente entfernt sich der Schalthebel 45 gegen die Kraft des Federelementes 47 von der mittleren vorgezogenen Fläche 49 der Kulisse 46 und das Rastelement 44 gelangt außer Eingriff von der Verzahnung 43. Der Schalthebel 45 bewegt sich dadurch im wesentlichen unverzögert mitsamt dem Schaltkontakt 37 auf den ersten Ruhekontakt 33 zu, wobei ein erneutes Eingreifen des Rastelementes 44 in die Verzahnung 43 aufgrund der Drehbewegung der Trommel 42 während dieser Bewegung nicht mehr eintritt.

Dieser Effekt kann noch verstärkt werden, indem die Vorspannung der Blattfeder 30 so gewählt wird, daß beim Umschalten vom zweiten Ruhekontakt 34 auf den ersten Ruhekontakt 33 eine größere Federkraft als in der umgekehrten Bewegungsrichtung wirksam ist. Dadurch wird ein Eingriff des Rastelementes 44 in die Verzahnung 43 beim Umschalten vom Brems- in den Motorbetrieb aufgrund der größeren Bewegungsgeschwindigkeit des Schaltkontakts 37 mit angelenktem Schalthebel 45 zusätzlich verhindert. Als besonders geeignet hat sich eine Federkraft erwiesen, die in der Umschaltbewegung vom Brems- in den Motorbetrieb ca. 5mal größer als in der umgekehrten Richtung ist.

Umgekehrt ist beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb ein Eingreifen des Rastelementes 44 in die Verzahnung 43 und damit die bereits beschriebene Verzögerung jedoch gewährleistet. Wie aus Fig. 10 zu ersehen ist, wird die Trommel 42 durch den Schalthebel 45 in Uhrzeigerichtung bewegt, wobei die steile Flanke 52 im wesentlichen parallel am Rastelement 44 anliegt. Eine aus der Verzahnung 43 herausweisende Kraftkomponente tritt somit nicht auf, vielmehr wirkt die von dem Rastelement 44 auf die Verzahnung 43 ausgeübte Kraft im wesentlichen parallel zur Bewegungsrichtung des Schalthebels 45, so daß das Federelement 47 begünstigend auf den Eingriff des Rastelementes 44 in die Verzahnung 43 wirkt. Allerdings wirkt dieser vom Rastelement 44 auf die Verzahnung 43 ausgeübte Kraft in Bewegungsrichtung des Schalthebels 45 eine durch die Bewegungshemmung der Trommel 42 erzeugte Kraft entgegen, so daß die Bewegung des Schalthebels 45 verzögert wird.

Wie anhand der Fig. 1 bereits erläutert, kann in der Bremsschaltung noch ein weiterer Schalter S3 zur Überbrückung eines als Vor- und Bremswiderstandes wirkenden Widerstandes 4 angeordnet sein. Es kann nun vorteilhaft sein, diesen Schalter S3 ebenfalls in den elektrischen Schalter 20 zu integrieren.

Der als Schließer ausgebildete Schalter S3 ist als weiteres Kontaktsystem 53 im Gehäuse 21 des elektrischen Schalters 20 angeordnet, wie insbesondere der Fig. 6 entnommen werden kann. Das Kontaktsystem 53 besitzt lediglich einen Ruhekontakt 54 und einen Schaltkontakt 55. Im Bremsbetrieb ist der Schaltkontakt 55

12

vom Ruhekontakt 54 abgehoben und das Kontaktsystem 53 somit geöffnet. Wird über das Betätigungsorgan 22 vom Brems- in den Motorbetrieb umgeschaltet und der Elektromotor damit eingeschaltet, so wird mittels einer Verzögerungseinrichtung die Bewegung des Schaltkontaktes 55 gehemmt. Während die beiden den Motorkreis einschaltenden Schaltkontakte 37 bzw. 38 unverzögert vom zweiten Ruhekontakt 34 bzw. 36 auf den ersten Ruhekontakt 33 bzw. 35 schalten, kommt der Schaltkontakt 55 erst nach einer geeigneten gewählten Verzögerungszeit, innerhalb der die Anlaufphase für den Elektromotor beendet ist, in Anlage an den Ruhekontakt 54, womit der Widerstand 4 überbrückt wird (siehe Fig. 1). Umgekehrt wird beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb der Schaltkontakt 55 unverzögert vom Ruhekontakt 54 abgehoben und somit das Kontaktsystem 53 unverzögert geöffnet.

Als Verzögerungseinrichtung für das weitere Kontaktsystem 53 kann auf vorteilhafte Weise das bereits für das Kontaktsystem 31 vorhandene bewegungshemmende Element mitverwendet werden. Dazu besitzt die Trommel 42 im Bereich des Kontaktsystems 53 ebenfalls eine Verzahnung 56, in die am Schaltkontakt 55 angeordnete Mittel bei Bewegung des Schaltkontakts 55 in Richtung auf den Ruhekontakt 54 formschlüssig eingreifen, wie weiter anhand der Fig. 11 gezeigt ist. Diese Mittel bestehen aus einem am Schaltkontakt 55 angelenkten Hebel 57, der wiederum gelenkig mit einem Rastzähne 59 besitzenden Rasthebel 58 verbunden ist. Der Rasthebel 58 ist weiter gelenkig an einem drehbar an der Achse der Trommel 42 gelagerten Verbindungshebel 63 angeordnet. Beim Umschalten vom Brems- in den Motorbetrieb werden die Rastzähne 59 des Rasthebels 58 über den Hebel 57 aufgrund der Bewegung des Schaltkontakts 55 in Eingriff mit der Verzahnung 56 gebracht, womit die Bewegung des Schaltkontakts 55 nach dem bereits beschriebenen Prinzip verzögert wird. Beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb wird der Rasthebel 58 über den Hebel 57 schlagartig von der Trommel 42 abgehoben, so daß die Rastzähne 59 am Rasthebel 58 sofort außer Eingriff von der Verzahnung 56 kommen, wobei folglich auch keine Verzögerung beim Öffnen des Kontaktsystems 53 auftritt.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist eine aus einer mittels einer Flüssigkeit gedämpften Trommel 42 und einem Schalthebel 45 bestehende Verzögerungseinrichtung 41 beschrieben. Es liegt im Rahmen der Erfindung, auch auf anderen Wirkprinzipien beruhende Verzögerungseinrichtungen an einem für die Bremsschaltung geeigneten elektrischen Schalter zu verwenden. Beispielsweise kann die Verzögerungseinrichtung auch mittels einer Kolben-Zylinder-Anordnung arbeiten, wobei eine Dämpfung pneumatisch mittels eines Gasdrucks erzielt wird.

Bezugszeichen-Liste

- 1 Feldwicklung
- 2, 3 Anschluß (der Versorgungsspannung)
- 4 Widerstand
- 5 Ankerwicklung
- 6 Kondensator
- 7 Diode (an Kondensator)
- 8 Bremselektronik
- 9 Diode
- 10 Diode
- 20 elektrischer Schalter
- 21 Gehäuse

DE 42 32 402 A1

13

14

- 22 Betätigungsorgan
- 23 Zapfen
- 24 Rückstellfeder
- 25 Stößel
- 26 elastischer Balg
- 27 Öffnung (für Stößel)
- 28 Aussparung
- 29 Wippe
- 30 Blattfeder
- 31,32 Kontaktsystem
- 33,35 erster Ruhekontakt
- 34,36 zweiter Ruhekontakt
- 37,38 Schaltkontakt
- 39 Schneidenlager
- 40 Steckkontakt
- 41 Verzögerungseinrichtung
- 42 Trommel
- 43 Verzahnung
- 44 Rastelement
- 45 Schalthebel
- 46 Kulissee
- 47 Federelement
- 48 obere zurückgezogene Fläche
- 49 mittlere vorgezogene Fläche
- 50 untere zurückgezogene Fläche
- 51 schräge Flanke
- 52 steile Flanke
- 53 weiteres Kontaktsystem (Schließer)
- 54 Ruhekontakt
- 55 Schaltkontakt
- 56 Verzahnung (für weiteres Kontaktsystem)
- 57 Hebel
- 58 Rasthebel
- 59 Rastzahn
- 60 innere Trommel
- 61 Kontaktfläche (am Schaltkontakt)
- 62 Zahn (der Verzahnung)
- 63 Verbindungshebel
- 64 weitere Kontaktfläche (am Schaltkontakt)

Patentansprüche

1. Bremsschaltung für einen Elektromotor, insbesondere zum Antrieb von Elektrowerkzeugen, wie Bohrmaschinen, Winkelschleifer, Heckenscharen u. dgl., mit einem aus wenigstens zwei Umschaltern S1, S2 bestehenden Bremsschalter, wobei im Motorbetrieb wenigstens eine Feldwicklung des Elektromotors über die beiden Umschalter S1, S2 in Reihe mit der Ankerwicklung an der Versorgungsspannung liegt, so daß ein Motorkreis gebildet ist, im Bremsbetrieb die Feldwicklung mit der Ankerwicklung über die beiden Umschalter S1, S2, einen geschlossenen Bremsstromkreis bildet, indem ein Umschalter S1 mittels eines Schaltkontakts mit dem netznahen Anschluß der Feldwicklung verbunden ist und zwischen einem an den Netzpol geschalteten Kontakt a1 und einem mit einem ersten Anschluß an den Bremsstromkreis verbundenen Kontakt b1 schaltet sowie der zweite Umschalter S2 mittels eines Schaltkontakts mit dem netzfernen Anschluß der Feldwicklung verbunden ist und zwischen einem mit dem Anschluß zur Ankerwicklung verbundenen Kontakt a2 und einem mit einem zweiten Anschluß an den Bremsstromkreis verbundenen Kontakt b2 schaltet und wobei beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb ein Zeitversatz der Schaltvorgänge der beiden Um-

schalter S1, S2 vorliegt, dadurch gekennzeichnet, daß beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb der Schaltkontakt des netznahen Umschalters S1 gegenüber dem Schaltkontakt des netzfernen Umschalters S2 sich verzögert bewegt und den Bremsstromkreis am netznahen Umschalter S1 später einschaltet und beim Umschalten vom Brems- in den Motorbetrieb beide Umschalter S1, S2 im wesentlichen synchron öffnen, deren Schaltkontakte sich unverzögert bewegen und im wesentlichen gleichzeitig den Motorkreis einschalten.

2. Bremsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb die beiden Umschalter S1, S2 den Motorkreis im wesentlichen synchron öffnen, wobei der Schaltkontakt des Umschalters S1 vorzugsweise sich mindestens 5/10 mm unverzögert öffnet und sich erst danach verzögert bewegt.

3. Bremsschaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltkontakt des Umschalters S2 beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb sich unverzögert bewegt.

4. Bremsschaltung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der Versorgungsspannung für den Elektromotor um eine Wechsellspannung handelt und der Schaltkontakt des Umschalters S1 beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb sich so verzögert bewegt, daß ein am Umschalter S1 entstehender Lichtbogen aufgrund des Nulldurchgangs der Phase der Versorgungsspannung gelöscht ist, bevor der Schaltkontakt den Kontakt b1 erreicht.

5. Bremsschaltung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltkontakt des Umschalters S1 beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb mindestens 10 msec bis zur Anlage am Kontakt b1 verzögert ist.

6. Bremsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein gemeinsames Betätigungsorgan für die beiden Umschalter S1 und S2 auf eine Mechanik einwirkt, die die beiden Umschalter S1, S2 miteinander koppelt und deren Schaltkontakte in der Schaltreihenfolge bewegt.

7. Bremsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Widerstand (4) im Motorkreis zwischen dem netzfernen Umschalter S2 und der Ankerwicklung (5) geschaltet ist, wobei dieser Widerstand (4) über zwei als Freilaufdioden wirkende Dioden (10, 7) an den Bremsstromkreis angeschaltet ist, so daß der Widerstand (4) als Vorwiderstand beim Motorbetrieb und als Bremswiderstand beim Bremsbetrieb dient.

8. Bremsschaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Diode (10) mit ihrer Anode am Kontakt b2 des netzfernen Umschalters S2 und die weitere Diode (7) mit ihrer Anode am Widerstand (4) angeschaltet sind.

9. Bremsschaltung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zum Widerstand (4) ein weiterer Schalter S3 angeordnet ist, der im geschlossenen Zustand den Widerstand (4) überbrückt.

10. Bremsschaltung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß beim Umschalten vom Motor- in den Bremsbetrieb der Schaltkontakt des Schalters S3 unverzögert und im wesentlichen gleichzeitig mit den Umschaltern S1, S2 öffnet und beim Umschalten vom Brems- in den Motorbetrieb der

DE 42 32 402 A1

15

Schaltkontakt des Schalters S3 verzögert gegenüber den Umschaltern S1, S2 schließt.

11. Bremsschaltung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Schalter S3 über eine die Schaltreihenfolge realisierende Mechanik mit den beiden Umschaltern S1 und S2 gekoppelt ist und auf die Mechanik ein gemeinsames Betätigungsorgan für die Umschalter S1, S2 und den Schalter S3 einwirkt.

12. Bremsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Bremsselektronik (8) im Bremsstromkreis zur Steuerung oder Regelung des Bremsstromes angeordnet ist.

13. Bremsschaltung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Diode (9) im Bremsstromkreis zwischen der Bremsselektronik (8) und der Ankerwicklung (5) angeordnet ist, wobei deren Anode an der Bremsselektronik (8) angeschlossen ist.

14. Bremsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein als Startkondensator für den Bremsbetrieb dienender Kondensator (6) parallel zur Ankerwicklung (5) geschaltet ist.

15. Bremsschaltung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Kondensator (6) zwischen der Anode der Diode (9) und der Kathode der Diode (7) geschaltet ist.

16. Elektrischer Schalter für eine Bremsschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit wenigstens zwei als Umschalter ausgebildeten Kontaktsystemen S1, S2, wobei die beiden Kontaktsysteme S1, S2 jeweils aus einem ersten Ruhekontakt a1, a2 und einem zweiten Ruhekontakt b1, b2 sowie einem Schaltkontakt bestehen und die Schaltkontakte von einer Wippe, die wiederum von einem Stößel betätigbar ist, mittels eines Federelementes zwischen den beiden Ruhekontakten a1, b1 bzw. a2, b2 umschaltbar sind, wobei die Kontakte b1, b2 der nichtbetätigten Stellung des Kontaktsystems S1, S2 zugeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Federelemente (30) derart an der Wippe (29) und an den Schaltkontakten (37, 38) angeordnet sind, daß wenigstens beim Umschalten von den Ruhekontakten b1, b2 (34, 36) auf die Ruhekontakte a1, a2 (33, 35) ein im wesentlichen synchrones Abheben der Kontaktflächen (61, 64) der Schaltkontakte (37, 38) von den Ruhekontakten a1, b1, a2, b2, (33, 34, 35, 36) erfolgt, daß das Kontaktsystem S1 (31) mit einer Verzögerungseinrichtung (41) in Verbindung steht, mit deren Hilfe die Bewegung des zugehörigen Schaltkontakts (37) beim Umschalten vom ersten Ruhekontakt a1 (33) auf den zweiten Ruhekontakt b1 (34) nach erfolgtem Abheben der Kontaktfläche (64) vom ersten Ruhekontakt a1 (33) verzögert wird, wobei die Kontaktfläche (61) an diesem Schaltkontakt (37) später zur Anlage am zweiten Ruhekontakt b1 (34) kommt als der Schaltkontakt (38) des anderen Kontaktsystems S2 (32) und die Verzögerungseinrichtung (41) beim Umschalten vom zweiten Ruhekontakt b1 (34) auf den ersten Ruhekontakt a1 (33) keine wesentliche Verzögerung am zugeordneten Schaltkontakt (37) bewirkt.

17. Elektrischer Schalter nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungseinrichtung (41) aus einem mit dem Schaltkontakt (37) in Verbindung stehenden Mittel und einem bew-

16

gunghemmenden Element besteht, wobei das Mittel ein formschlüssiges Eingreifen in das bewegungshemmende Element beim Umschalten vom ersten Ruhekontakt (33) auf zweiten Ruhekontakt (34) gestattet.

18. Elektrischer Schalter nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das mit dem Schaltkontakt (37) in Verbindung stehende Mittel als Schalthebel (45) ausgebildet ist, der mit einer Seite am Schaltkontakt (37) angelenkt ist und an seiner anderen Seite ein Rastelement (44) besitzt.

19. Elektrischer Schalter nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß das bewegungshemmende Element aus einer drehbar gelagerten Trommel (42) besteht, in der eine weitere innere Trommel (60) angeordnet ist, wobei sich zwischen der Trommel (42) und der inneren Trommel (60) eine viskose Flüssigkeit befindet.

20. Elektrischer Schalter nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der viskosen Flüssigkeit um Silikonöl handelt.

21. Elektrischer Schalter nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Mantelfläche der Trommel (42) an der dem Kontaktsystem (31) zugewandten Seite eine Verzahnung (43) angeordnet ist, in die das Rastelement (44) am Schalthebel (45) eingreifen kann.

22. Elektrischer Schalter nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kulissee (46) im Gehäuse (21) des Schalters (20) angeordnet ist, an der der Schalthebel (45) beim Umschalten vom ersten Ruhekontakt (33) auf den zweiten Ruhekontakt (34) entlanggeführt wird, so daß das Rastelement (44) in die Verzahnung (43) an der Trommel (42) eingreift.

23. Elektrischer Schalter nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Kulissee (46) eine untere zurückgezogene Fläche (50), eine mittlere vorgezogene Fläche (49) und eine obere zurückgezogene Fläche (48) besitzt, wobei das Rastelement (44) bei Anlage des Schalthebels (45) an der unteren zurückgezogenen Fläche (50) und der oberen zurückgezogenen Fläche (48) außer Eingriff und bei Anlage des Schalthebels (45) an der mittleren vorgezogenen Fläche (49) in Eingriff mit der Verzahnung (43) steht.

24. Elektrischer Schalter nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß ein Federelement (47) am Schalthebel (45) zur Beaufschlagung des Rastelementes (44) mit einer auf die Führung der Kulissee (46) gerichteten Kraft angeordnet ist.

25. Elektrischer Schalter nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die untere zurückgezogene Fläche (50) so dimensioniert ist, daß die Kontaktfläche (64) des Schaltkontakts (37) vom ersten Ruhekontakt (33) unverzögert eine Strecke von ungefähr 5/10 mm abhebt.

26. Elektrischer Schalter nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere vorgezogene Fläche (49) und die Trommel (42) so dimensioniert sind sowie die Viskosität der Flüssigkeit in der Trommel (42) so gewählt wird, daß der Schaltkontakt (37) mit einer Verzögerungszeit von mindestens 10 msec vom ersten Ruhekontakt (33) auf den zweiten Ruhekontakt (34) umschaltet.

27. Elektrischer Schalter nach einem der Ansprüche 21 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzahnung (43) an der Trommel (42) und das Rastelement

DE 42 32 402 A1

17

18

 Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

(44) derart zusammenwirken, daß beim Umschalten des Schaltkontakts (37) vom zweiten Ruhekontakt (34) auf den ersten Ruhekontakt (33) eine Kraftkomponente auftritt, die das Rastelement (44) aus dem Eingriff in die Verzahnung (43) heraus lenkt. 5

28. Elektrischer Schalter nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusammenwirken zwischen der Verzahnung (43) und dem Rastelement (44) erzielt wird, indem der Zahn (62) der Verzahnung (43) jeweils eine schräge Flanke (51) 10 und eine steile Flanke (52) besitzt, wobei beim Umschalten des Schaltkontakts (37) vom zweiten Ruhekontakt (34) auf den ersten Ruhekontakt (33) das Rastelement (44) mit der schrägen Flanke (51) und umgekehrt beim Umschalten vom ersten Ruhekontakt (33) auf den zweiten Ruhekontakt (34) mit der steilen Flanke (52) zusammenwirkt. 15

29. Elektrischer Schalter nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Blattfeder (30) am Schaltkontakt (37) eine derartige Vorspannung besitzt, daß beim Umschalten vom zweiten Ruhekontakt (34) auf den ersten Ruhekontakt (33) eine größere Federkraft als in der umgekehrten Bewegungsrichtung wirksam ist. 20

30. Elektrischer Schalter nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Federkraft der Blattfeder (30) beim Umschalten vom zweiten Ruhekontakt (34) auf den ersten Ruhekontakt (33) wenigstens 5mal größer als in der umgekehrten Bewegungsrichtung ist. 25

31. Elektrischer Schalter nach einem der Ansprüche 16 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiteres als Schließer ausgebildetes Kontaktsystem (53) mit einem Ruhekontakt (54) und einem Schaltkontakt (55) im Gehäuse (21) des Schalters (20) angeordnet 30 ist, wobei die Bewegung des Schaltkontakts (55) mit Hilfe einer Verzögerungseinrichtung gegenüber den beiden anderen Kontaktsystemen (31, 32) bei deren Umschalten vom zweiten Ruhekontakt (34, 36) auf den ersten Ruhekontakt (33, 35) verzögert 35 ist. 40

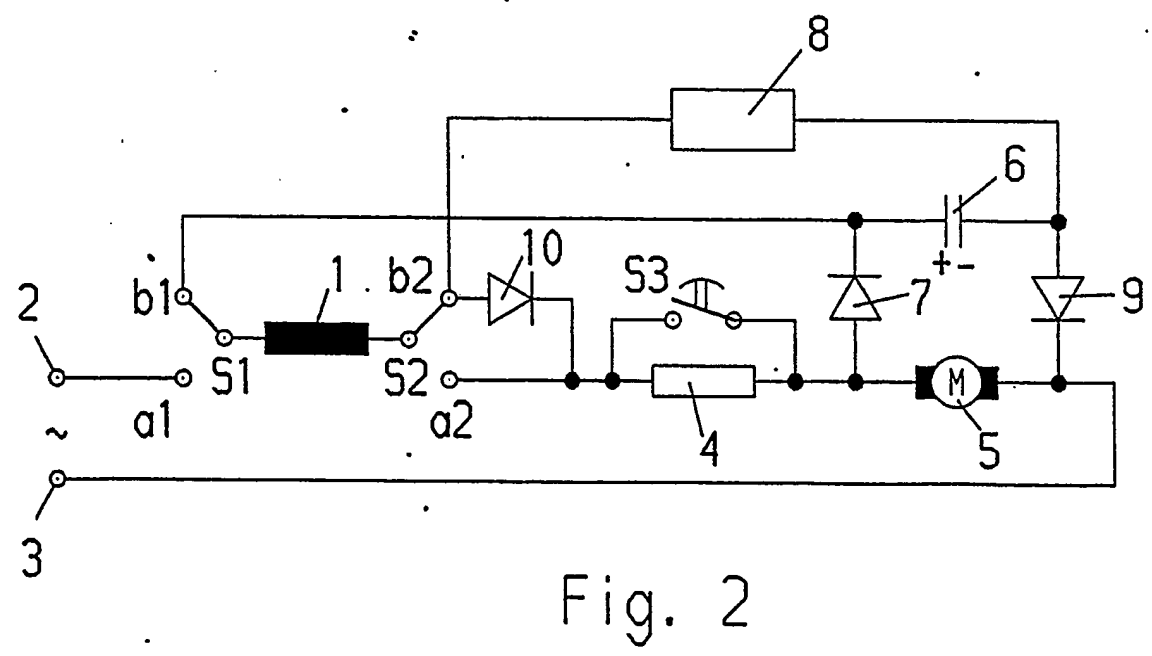
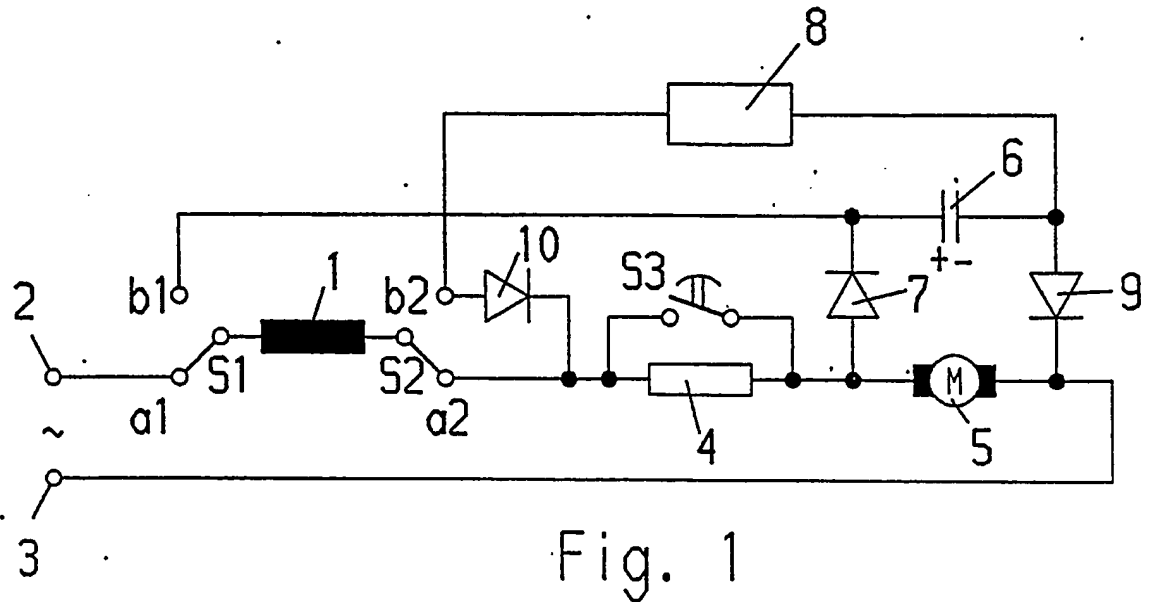
32. Elektrischer Schalter nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß als Verzögerungseinrichtung für das weitere Kontaktsystem (53) dieselbe Verzögerungseinrichtung (41) wie für das Kontaktsystem (31) verwendet wird. 45

33. Elektrischer Schalter nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Trommel (42) im Bereich des weiteren Kontaktsystems (53) eine Verzahnung (56) besitzt, in die am Schaltkontakt (55) angeordnete Mittel formschlüssig bei Bewegung des Schaltkontaktes (55) in Richtung auf den Ruhekontakt (54) eingreifen. 50

34. Elektrischer Schalter nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel aus einem am Schaltkontakt (55) des weiteren Kontaktsystems (53) angelenkten Hebel (57) bestehen, mit dem wiederum ein Rastzähne (59) besitzender Rasthebel (58) gelenkig verbunden ist und an diesem Rasthebel (58) gelenkig ein drehbar an der Achse der Trommel (42) gelagerter Verbindungshebel (63) angeordnet ist, wobei die Rastzähne (59) über den Hebel (57) bei Bewegung des Schaltkontakts (55) in Richtung auf den Ruhekontakt (54) in Eingriff mit der Verzahnung (56) an der Trommel (42) gebracht 55 werden. 60
65

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer: **DE 42 32 402 A1**
Int. Cl. 5: **H 02 P 3/02**
Offenlegungstag: **31. März 1994**



ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer: **DE 42 32 402 A1**
Int. Cl. 5: **H 02 P 3/02**
Offenlegungstag: **31. März 1994**

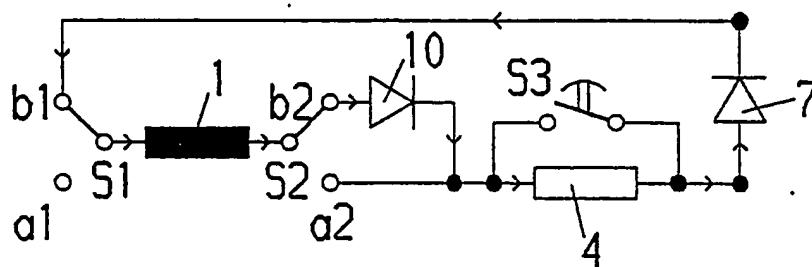


Fig. 3

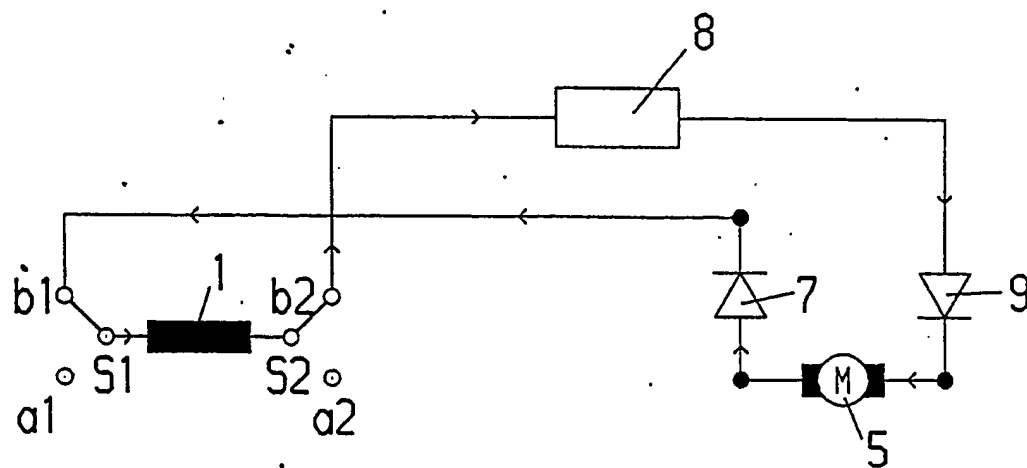
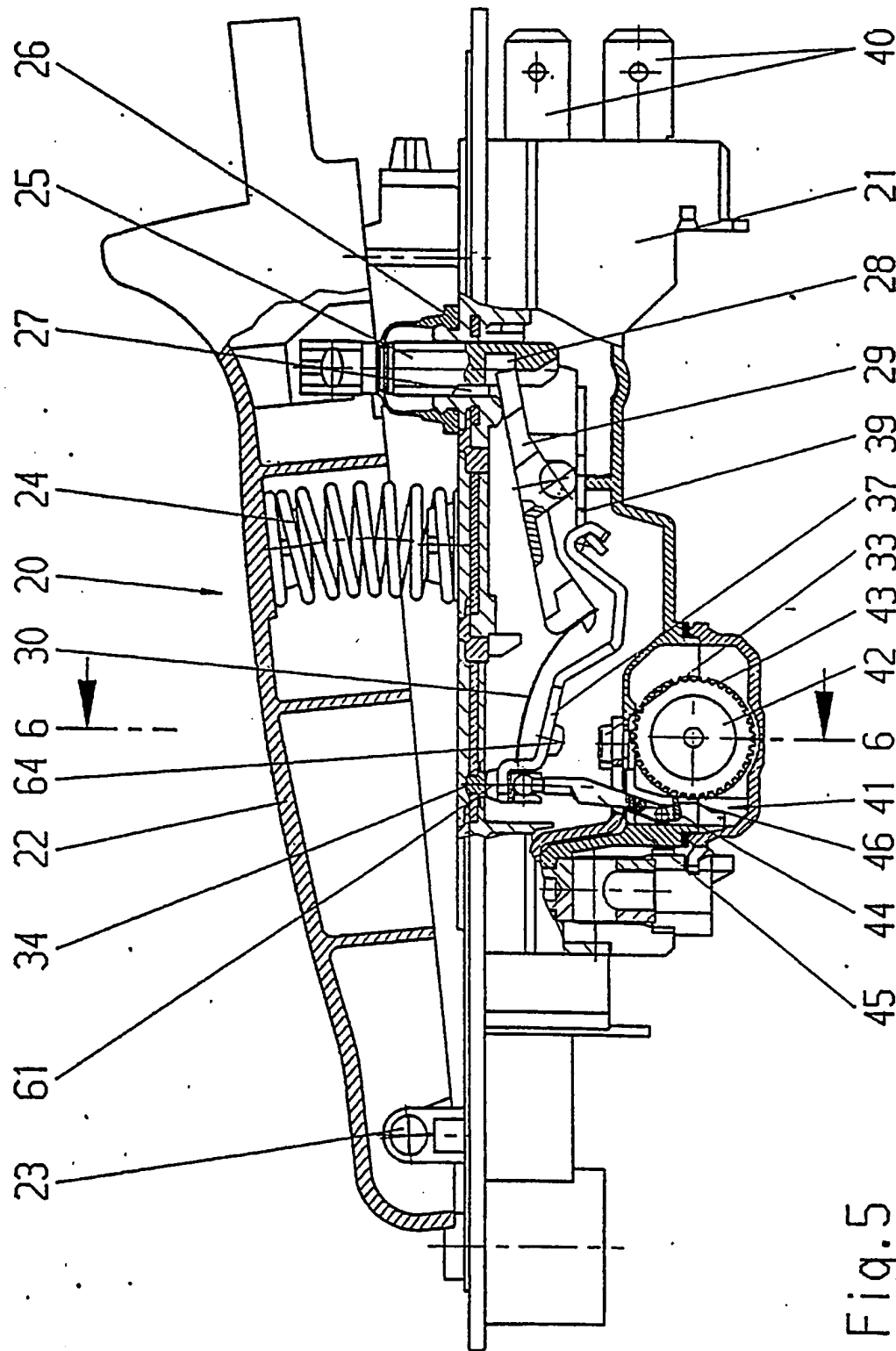
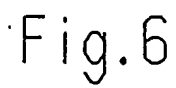


Fig. 4

ZEICHNUNGEN SEITE 3

Nummer: DE 42 32 402 A1
Int. Cl.⁵: H 02 P 3/02
Offenl gungstag: 31. März 1994





ZEICHNUNGEN SEITE 5

Nummer: DE 42 32 402 A1
 Int. Cl.⁵: H 02 P 3/02
 Offenlegungstag: 31. März 1994

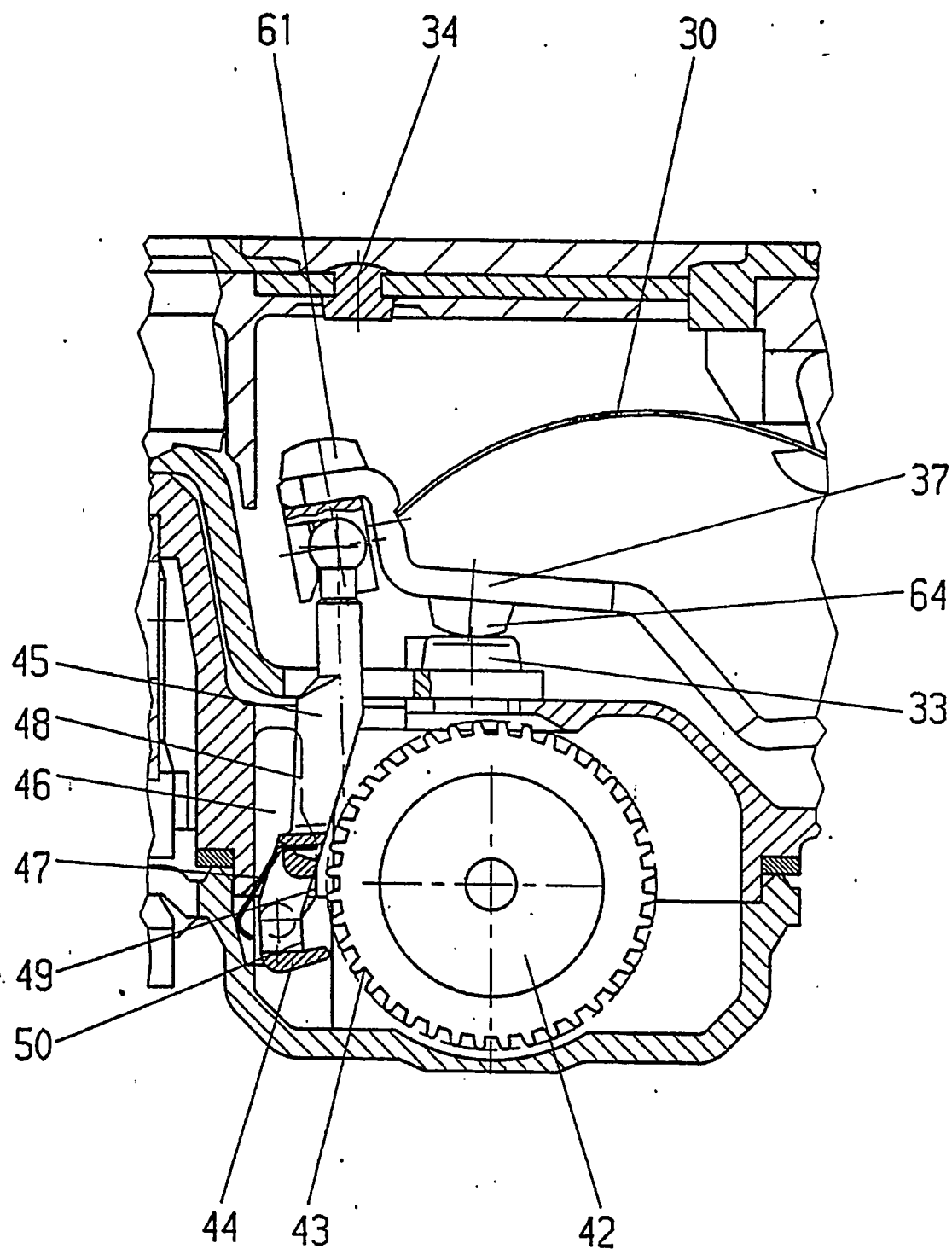


Fig.7

ZEICHNUNGEN SEITE 8

Nummer:

DE 42 32 402 A1

Int. Cl. 5:

H 02 P 3/02

Offenlegungstag:

31. März 1994

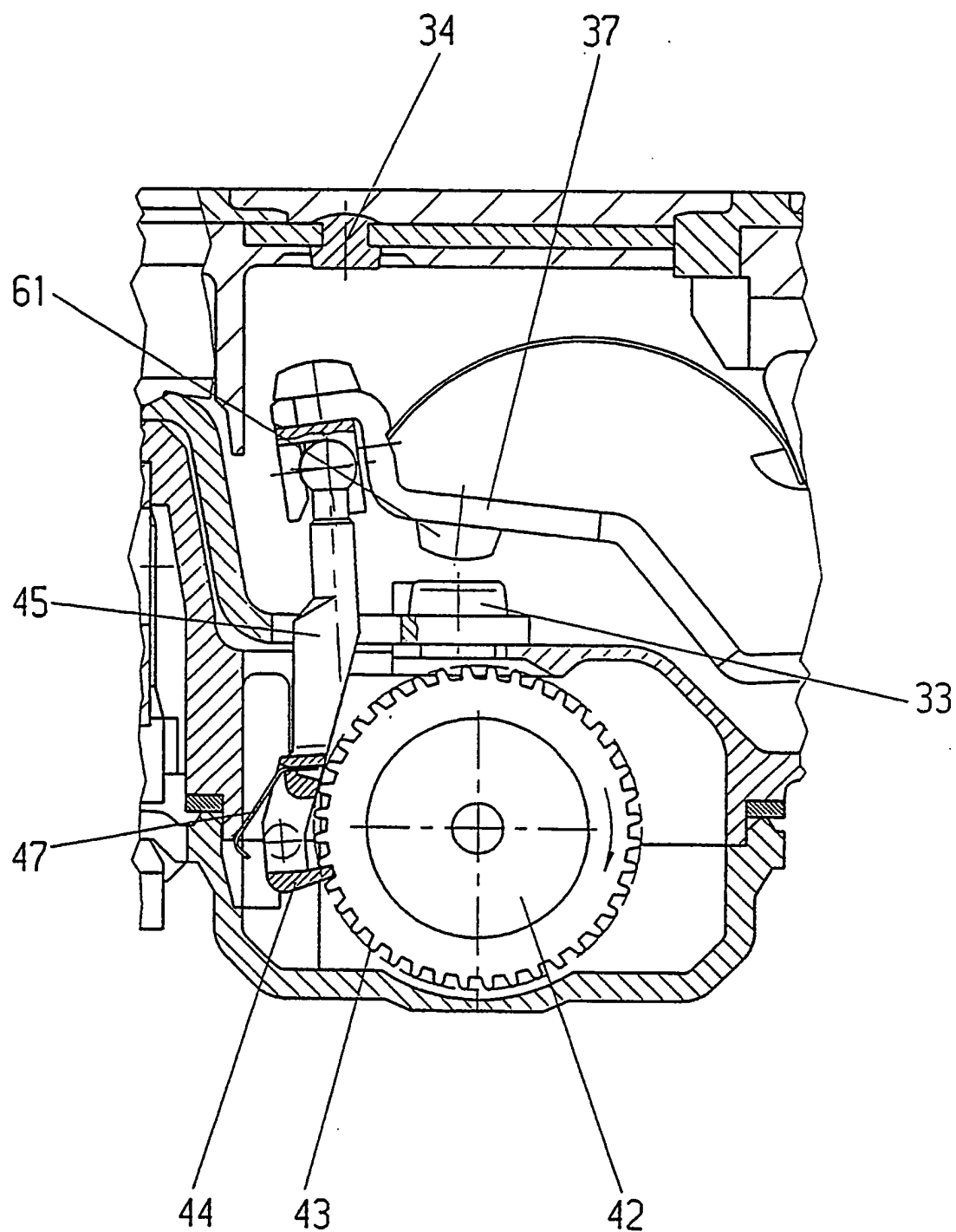


Fig. 8

ZEICHNUNGEN SEITE 7

Nummer:

DE 42 32 402 A1

Int. Cl.⁵:

H 02 P 3/02

Offenlegungstag:

31. März 1994

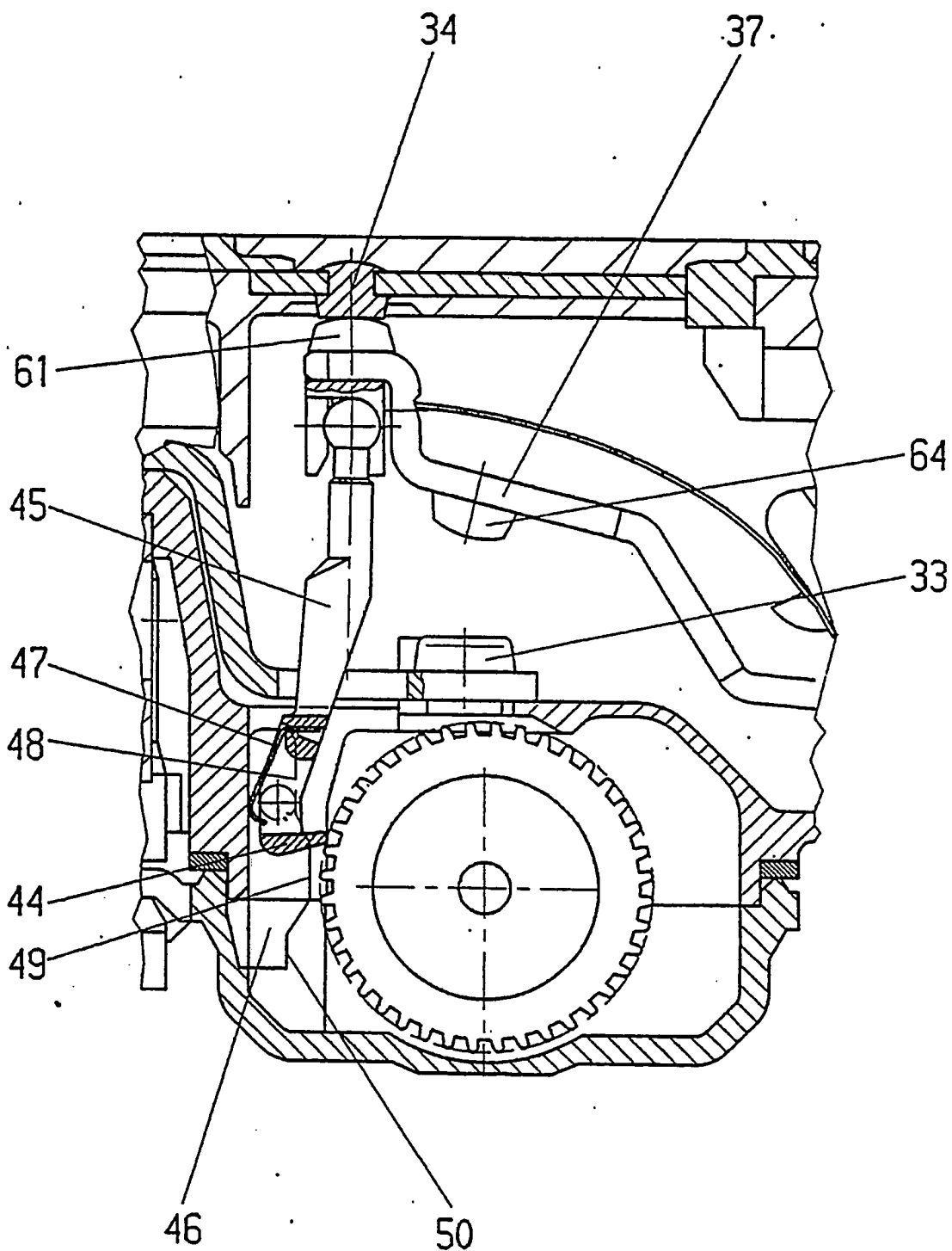


Fig. 9

ZEICHNUNGEN SEITE 8

Nummer:

DE 42 32 402 A1

Int. Cl. 5:

H 02 P 3/02

Off nlegungstag:

31. März 1994

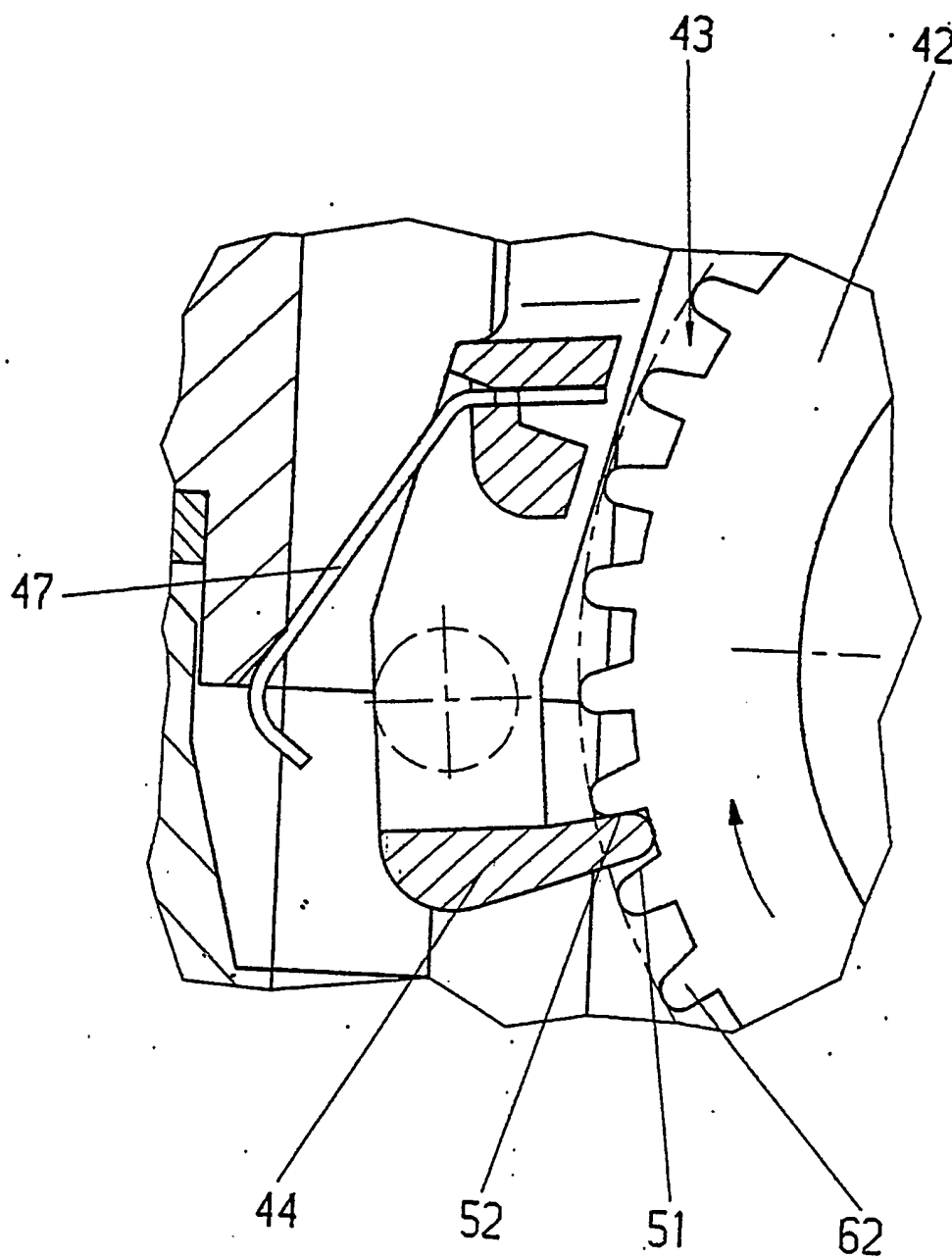


Fig.10

ZEICHNUNGEN SEITE 9

Nummer: **DE 42 32 402 A1**
Int. Cl.⁵: **H 02 P 3/02**
Offenl gungstag: **31. März 1994**

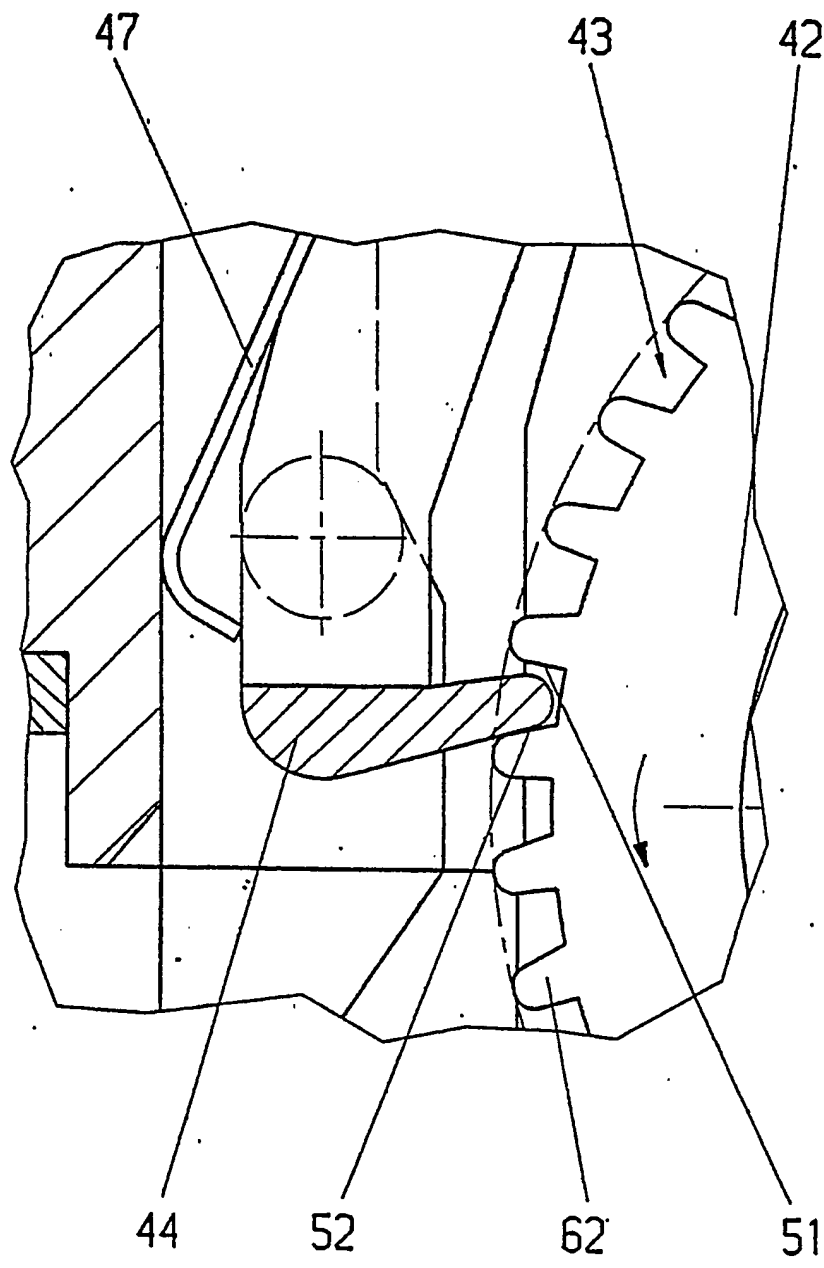


Fig.11

ZEICHNUNGEN SEITE 10

Nummer: DE 42 32 402 A1
Int. Cl.⁵: H 02 P 3/02
Offenlegungstag: 31. März 1994

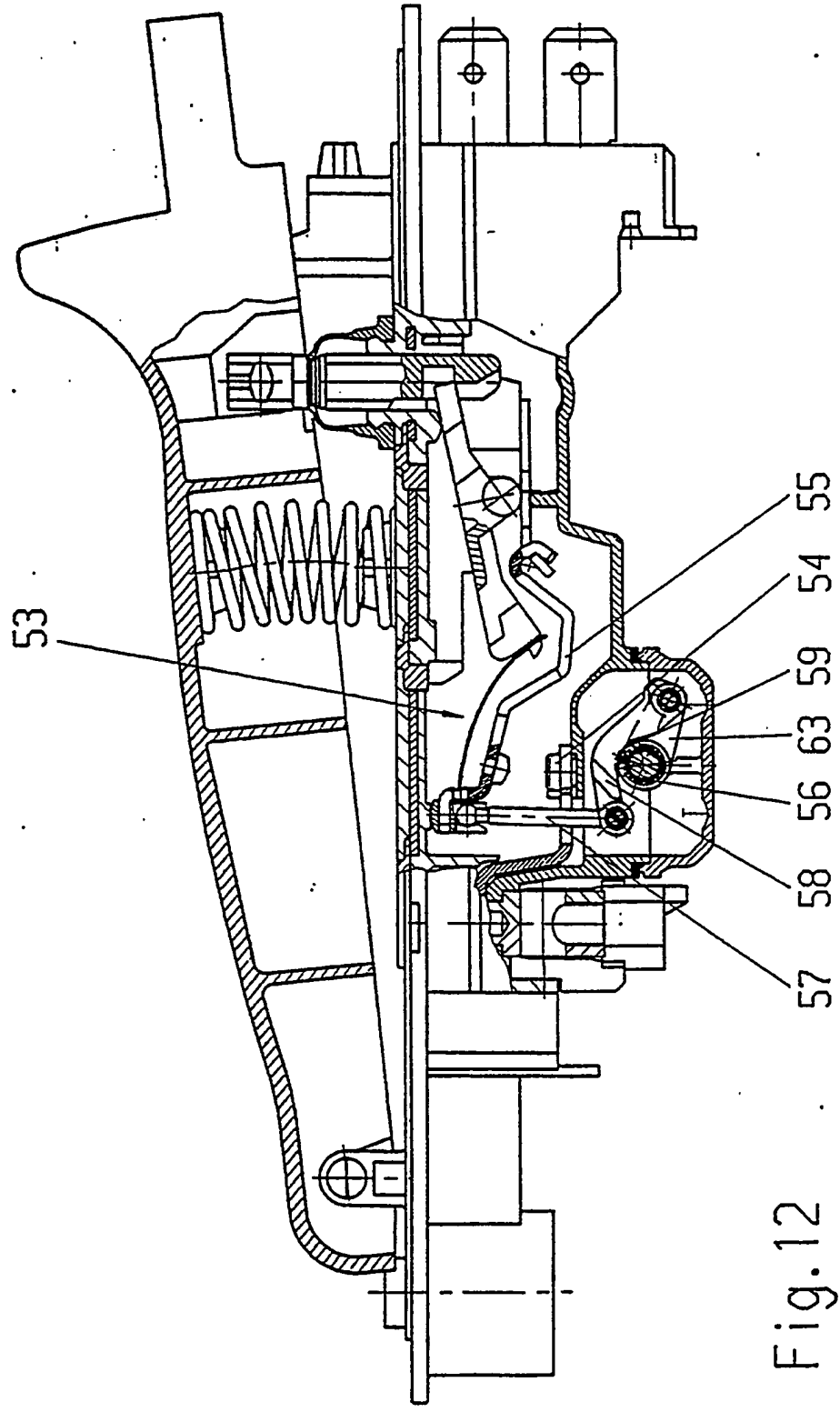


Fig. 12